

SKRIPSI
GENERATOR ALTERNATIF MENGGUNAKAN
TERMoeLEKTRIK PADA *EXHAUST MANIFOLD*

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan



Disusun oleh :

BIMA ANGGARA

17.02.0166

PROGRAM STUDI DIV TEKNIK KESELAMATAN OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2021

SKRIPSI

GENERATOR ALTERNATIF MENGGUNAKAN TERMOELEKTRIK PADA *EXHAUST MANIFOLD*

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan



Disusun oleh :

BIMA ANGGARA

17.02.0166

**PROGRAM STUDI DIV TEKNIK KESELAMATAN OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

**GENERATOR ALTERNATIF MENGGUNAKAN TERMoeLEKTRIK PADA
*EXHAUST MANIFOLD***

(Alternative Generator Using Thermoelectric On Exhaust Manifold)

disusun oleh :

**BIMA ANGGARA
17.02.0166**

Telah disetujui oleh :

Pembimbing 1

Ethys Pranoto, S.T., M.T.
NIP. 19800602 200912 1 001

tanggal

Pembimbing 2

Abdul Haris F., S.ST., M.Si.
NIP.19871004 201902 1 001

tanggal

HALAMAN PENGESAHAN

GENERATOR ALTERNATIF MENGGUNAKAN TERMOELEKTRIK PADA *EXHAUST*
MANIFOLD

(Alternative Generator Using Thermoelectric On Exhaust Manifold)

disusun oleh :
BIMA ANGGARA
17.02.0166

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada tanggal 18 Agustus 2021

Ketua sidang

Ethys Pranoto, S.T., M.T.
NIP. 19800602 200912 1 001

Tanda tangan

Penguji 1

Djarot Suradji, S.IP., M.M.
NIP. 19580725 198703 1 001

Tanda tangan

Penguji 2

Kornelius Jepriadi, S.ST(TD), M.Sc.
NIP. 19910513 201012 1 003

Tanda tangan

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Diploma IV Teknik Keselamatan Otomotif

Ethys Pranoto, S.T., M.T.
NIP. 19800602 200912 1 001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bima Anggara

Notar : 17.02.0166

Program Studi : D.IV Teknik Keselamatan Otomotif

Menyatakan bahwa Laporan Skripsi dengan judul "Generator Alternatif Menggunakan Termoelektrik Pada *Exhaust Manifold*" ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa laporan Skripsi ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila laporan Skripsi ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, Agustus 2021

Yang menyatakan,

*Materai
6000*

Bima Anggara

PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademika Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal,
Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bima Anggara
Notar : 17.02.0166
Program Studi : D.IV Teknik Keselamatan Otomotif
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, meyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (none-exclusive Royalt Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

GENERATOR ALTERNATIF MENGGUNAKAN TERMoeLEKTRIK PADA EXHAUST MANIFOLD

Berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneexclusive ini Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Tegal
Pada Tanggal : Agustus 2021

Yang Menyatakan

Bima Anggara

HALAMAN PERSEMBAHAN

Assalamualaikum warahmatullah wabarakatuh

Alhamdulillah saya ucapkan tiada henti atas nikmat yang diberikan Allah SWT yang selalu memberikan kelancaran, kesehatan dan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi saya dengan segala keterbatasan yang ada. Skripsi ini saya dedikasikan untuk kedua orang tua saya **Bapak Arif Sudjoko** dan **Ibu Rubiyah** yang selalu berusaha memberikan yang terbaik untuk saya dan atas ketulusan dan ridho-nya pun saya dapat menyelesaikan pendidikan dan skripsi ini. Selain kepada kedua orang, saya juga ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Pak **Ethys Pranoto, S.T., M.T.** dan Pak **Abdul Haris F., S.ST., M.Si.** selaku dosen pembimbing pertama dan kedua saya dalam penulisan skripsi ini begitu juga untuk Pak **Djarot Suradji, S.IP., M.M.** dan Pak **Kornelius Jepriadi, S.ST.** selaku dosen penguji skripsi saya.
2. **Eka Krisdayanti** yang mendukung, menemani dan berbagi selama pendidikan dikampus PKTJ.
3. Keluarga besar **Taruna/I PKTJ** yang sudah sama sama berjuang di kampus.
4. Keluarga besar prodi **DIV TKO** yang menemani proses pendidikan dan Catar/I sampai dengan masa akhir pendidikan.

Semoga kita selalu dalam lindungan Allah SWT dan dapat bertemu kembali dalam keadaan yang terbaik menurut Allah SWT. Aamiin

Wassalamualaikum warahmatullah wabarakatuh.

INTISARI

Alternator merupakan salah satu komponen mesin yang mengubah energi mekanik dari mesin menjadi energi listrik. Energi mekanik dari mesin diterima melalui sebuah pully yang memutar rotor dan membangkitkan arus bolak – balik pada strator. Arus bolak – balik ini diubah menjadi arus searah oleh dioda. Alternator dapat mengalami gangguan fungsi di antaranya adalah lampu atau sekering sering putus, bunyi berisik pada alternator, baterai tidak terisi tetapi mesin bisa distarter, low charging atau pengisian rendah, over charging atau pengisian berlebih (Marwanto, 2019). Gangguan fungsi alternator dapat menyebabkan terkurasnya daya baterai akibat sistem pengisian yang tidak bekerja sehingga mengganggu sistem kelistrikan pada kendaraan.

Ada beberapa alternatif yang dapat mengurangi beban kinerja mesin ketika alternator mengalami kegagalan fungsi salah satunya memanfaatkan modul termoelektrik generator sebagai cadangan pengisi daya baterai yang dipasang pada exhaust manifold untuk memilih tempat yang memiliki suhu tertinggi dengan tujuan penelitian yaitu menerapkan modul termoelektrik untuk mengkonversi energi panas dari exhaust manifold menjadi energi listrik, menganalisa kemampuan modul termoelektrik dalam mengisi daya baterai dan menganalisa cara kinerja termoelektrik generator untuk menghasilkan energi listrik.

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode research and development yang terdiri dari 10 langkah dengan memanfaatkan beberapa komponen pendukung seperti Mikrokontroler Arduino uno, Relay, sensor arus dan sensor tegangan. Uji coba alat dilakukan sebanyak dua kali yang pertama terhadap pemanas buatan dan yang kedua terhadap kendaraan jenis Isuzu Panther tahun 1997 dengan 2500 cc. Pada pengujian termoelektrik generator yang dilakukan ini dapat menghasilkan tegangan 18V dengan dengan perbedaan suhu 49,75°C yaitu suhu pemanas 95,5°C dan suhu pendingin 45,75°C.

Kata kunci: termoelektrik generator, exhaust manifold, research and development

ABSTRACT

The alternator is one of the engine components that converts mechanical energy from the engine into electrical energy. Mechanical energy from the engine is received through a pulley that rotates the rotor and generates alternating current in the stator. This alternating current is converted into direct current by a diode. The alternator can experience malfunctions including the lights or fuses breaking frequently, noise in the alternator, the battery is not charged but the engine can be started, low charging or low charging, over charging or overcharging (Marwanto, 2019). Disruption of the alternator function can cause battery power to drain due to a charging system that does not work so that it interferes with the vehicle's electrical system.

There are several alternatives that can reduce the load on engine performance when the alternator malfunctions, one of which is using the generator thermoelectric module as a backup battery charger mounted on the exhaust manifold to choose a place that has the highest temperature with the research objective of applying a thermoelectric module to convert heat energy from the exhaust manifold into electrical energy, analyze the ability of the thermoelectric module to charge the battery and analyze the performance of the thermoelectric generator to produce electrical energy.

The research was conducted using the research and development method which consists of 10 steps by utilizing several supporting components such as the Arduino Uno Microcontroller, Relay, current sensor and voltage sensor. The instrument was tested twice, the first was on an artificial heater and the second on a 1997 Isuzu Panther with 2500 cc. In this thermoelectric test, the generator can produce a voltage of 18V with a temperature difference of 49.75°C, namely the heating temperature of 95.5°C and the cooling temperature of 45.75°C.

Keywords: thermoelectric generator, exhaust manifold, research and development

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat, taufik dan hidayah-Nya kita semua masih diberikan kesehatan sampai saat ini sehingga penyusunan skripsi yang berjudul **"GENERATOR ALTERNATIF MENGGUNAKAN TERMOELEKTRIK PADA *EXHAUST MANIFOLD*"** dapat diselesaikan dengan baik.

Kami menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi ini masih banyak mengalami kendala dan hambatan, namun dengan berkah dari Allah SWT melalui bantuan, bimbingan, dan kerjasama dari berbagai pihak, kendala dan hambatan yang dihadapi dapat diatasi. Untuk itu, kami ucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Siti Maimunah, S.Si., M.SE., M.A. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.
2. Bapak Ethys Pranoto, S.T., MT. selaku Ketua Program Studi Diploma IV Teknik Keselamatan Otomotif dan selaku dosen pembimbing 1.
3. Bapak Abdul Haris Firmansyah, S.ST., M.Si. selaku dosen pembimbing 2.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Keselamatan Otomotif Politeknik Keselamatan Transortasi Jalan atas ilmu yang telah diberikan dan diajarkan selama menempuh pendidikan.
5. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan serta semangat.
6. Kakak-kakak, rekan-rekan, serta adik-adik Taruna/i Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan yang telah membantu dalam penelitian ini.

Akhirnya, kami menyadari masih banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Tegal, Agustus 2021

Bima Anggara

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
INTISARI.....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.4 Batasan Masalah.....	3
I.5 Manfaat Penelitian	3
I.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
II.1 Penelitian Relevan	6
II.2 Sistem pengisian.....	8
II.3 Generator	9
II.4 Termoelektrik.....	10
II.4.1 Tegangan Listrik.....	11
II.4.2 Arus Listrik.....	11
II.4.3 Daya Listrik.....	13
II.5 Perpindahan panas	15
II.6 Mikrokontroler Arduino	16
II.7 Relay	17
II.8 Sensor arus.....	19
II.9 Sensor tegangan.....	20
II.10 Baterai atau aki	20
BAB III METODE PENELITIAN	23

III.1 Lokasi Penelitian.....	23
III.2 Metode penelitian	23
III.3 Diagram Alir Penelitian.....	28
III.4 Alat dan Bahan.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
IV.1 Perancangan alat	30
IV.1.1 Merancang alat pada aplikasi fritzing	30
IV.1.2 Melakukan pemrograman sistem	36
IV.2 Pengembangan awal produk	47
IV.2.1 perakitan sistem termoelektrik generator	47
IV.2.2 perakitan sistem pendingin.	49
IV.2.3 pembuatan box	50
IV.3 Uji Coba Alat	51
IV.3.1 Cara kerja alat.....	51
IV.3.2 <i>Output</i> modul termoelektrik pada pemanas buatan (heater)	51
IV.3.3 <i>Output</i> modul termoelektrik pada exhaust manifold.	54
IV.3.4 Perbandingan <i>output</i> yang dihasilkan	57
IV.4 Keselamatan alat	61
BAB V PENUTUP	62
V.1 Kesimpulan.....	62
V.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Konfigurasi dan Fungsi Pin ATmega 328	17
Tabel II.2 Deskripsi fungsi kaki ACS712ELC-20A.....	19

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Sistem pengisian	9
Gambar II.2 Alternator	10
Gambar II.3 Arus searah	13
Gambar II.4 Arus bolak-balik.....	13
Gambar II.5 Modul Termoelektrik.....	15
Gambar II.6 Arduino UNO.....	16
Gambar II.7 Relay.....	18
Gambar II.8 Sensor arus type ACS-712.ELC-20A.....	19
Gambar II.9 Sensor Tegangan	20
Gambar II.10 Baterai basah konvensional	22
Gambar III.1 Langkah-langkah metode <i>Research and Development (R&D)</i>	23
Gambar III.2 <i>Flowchart</i> sistem.....	25
Gambar III.3 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar IV.1 Desain sistem keseluruhan	30
Gambar IV.2 Rangkaian LCD sistem.....	31
Gambar IV.3 Rangkaian sd card reader.....	32
Gambar IV.4 Rangkaian sensor arus ACS 712	33
Gambar IV.5 Rangkaian sensor suhu	34
Gambar IV.6 Rangkaian sensor tegangan.....	35
Gambar IV.7 Membuka aplikasi Arduino IDE.....	36
Gambar IV.8 Menambahkan <i>library</i> yang dibutuhkan.....	37
Gambar IV.9 Menambahkan semua <i>library</i> dan <i>declare</i> program	39
Gambar IV.10 Melakukan fungsi <i>setup</i>	42
Gambar IV.11 Melakukan fungsi <i>loop</i>	45
Gambar IV.12 Plat alumunium yang digunakan	47
Gambar IV.13 Pemberian pasta termal pada modul termoelektrik	47
Gambar IV.14 Susunan heater strip, modul termoelektrik dan water block....	48
Gambar IV.15 Heater strip.....	48
Gambar IV.16 Radiator termoelektrik.....	49
Gambar IV.17 Pompa pendingin.....	49
Gambar IV.18 Mengukur triplek.....	50
Gambar IV.19 Boks triplek yang telah dirangkai.....	50
Gambar IV.20 Suhu yang dihasilkan	52
Gambar IV.21 Perbedaan suhu terhadap tegangan	53
Gambar IV.22 Tegangan <i>output</i>	53
Gambar IV.23 Arus <i>output</i>	54
Gambar IV.24 Suhu yang dihasilkan dengan pemanas exhaust manifold	55
Gambar IV.25 Perbedaan suhu terhadap tegangan	56
Gambar IV.26 Tegangan <i>output</i>	56
Gambar IV.27 Arus <i>output</i>	57
Gambar IV.28 Perbandingan suhu pemanas	58
Gambar IV.29 Perbandingan suhu pendingin.....	58
Gambar IV.30 Perbedaan suhu.....	59
Gambar IV.31 Perbandingan arus <i>output</i>	59
Gambar IV.32 Perbandingan tegangan <i>output</i>	60